

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication : **2 742 743**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national : **95 15170**

⑬ Int Cl<sup>6</sup> : C 03 B 37/018, C 03 B 37/023, G 02 B 6/16

⑭ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

⑮ Date de dépôt : 20.12.95.

⑯ Priorité :

⑰ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 27.06.97 Bulletin 97/26.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑴ Demandeur(s) : *ALCATEL FIBRES OPTIQUES  
SOCIETE ANONYME — FR.*

⑵ Inventeur(s) : *FAURE MICHEL et AUDOUX JEAN  
MICHEL.*

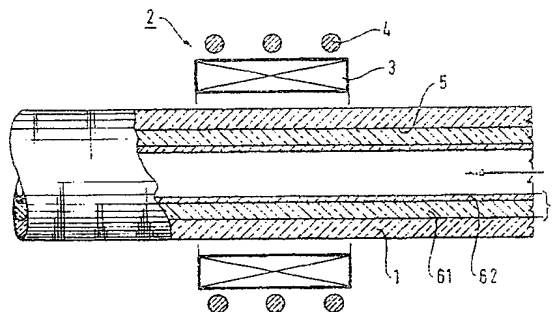
⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : *ALCATEL ALSTHOM RECHERCHE.*

⑸ **PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PREFORME DE FIBRE OPTIQUE.**

⑹ La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une préforme pour fibres optiques, comprenant un coeur entouré d'une gaine optique destinés respectivement à constituer le coeur servant à guider la majorité des ondes lumineuses et la gaine optique d'une fibre optique obtenue par étirage de la préforme.

ce procédé comportant les opérations suivantes:  
- on place un tube dit de dépôt (1) en un matériau vitreux à l'intérieur d'un four de chauffage (2),  
- on dépose par oxydation en phase vapeur d'un mélange de réactifs gazeux une pluralité de couches d'un revêtement (61, 62) en un matériau vitreux sur la surface interne (5) du tube de dépôt (1),  
- on rétreint le tube de dépôt (1) muni de ce revêtement pour obtenir un barreau, caractérisé en ce que la surface de la section transversale du revêtement (61, 62) est au moins égale à 200 mm<sup>2</sup>.



FR 2 742 743 - A1



## PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PREFORME DE FIBRE OPTIQUE

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une préforme de fibre optique.

5 On rappelle qu'une fibre optique, qui comprend un coeur disposé le long de son axe et destiné à guider la majorité des ondes lumineuses, entouré d'une gaine optique destinée à ramener vers le coeur par réflexion les ondes lumineuses s'échappant de ce dernier, est obtenue de manière générale par étirage d'une préforme qui lui est homothétique et comporte également un coeur entouré d'une gaine optique. Ainsi, le  
10 rapport entre le diamètre extérieur de la gaine optique de la préforme et celui du coeur de cette dernière est égal au rapport correspondant pour la fibre optique obtenue par étirage de cette préforme.

Dans toute la suite, on parlera indifféremment des propriétés optiques ou mécaniques du coeur et de la gaine optique de la préforme, ou de celles du coeur et de  
15 la gaine optique de la fibre, ces dernières étant la plupart du temps identiques, sauf en cas de mention spécifique du contraire.

Plusieurs procédés sont connus actuellement pour fabriquer une préforme pour fibres optiques.

Selon l'un de ces procédés connus, dit procédé MCVD (pour Modified Chemical  
20 Vapor Deposition en anglais), on part d'un tube en un matériau vitreux, dit tube de dépôt, assez mince, c'est-à-dire ayant par exemple une épaisseur de l'ordre de 2 à 3 mm. Ce tube est chauffé extérieurement par la flamme d'un chalumeau, et simultanément, un mélange gazeux approprié, par exemple constitué d'oxygène et d'un précurseur de la silice (par exemple le tétrachlorure de silicium  $\text{SiCl}_4$ ), est introduit à  
25 l'intérieur du tube de dépôt. La chaleur apportée par le chalumeau entraîne une réaction d'oxydation en phase vapeur du précurseur de la silice utilisé, qui conduit au dépôt sur la surface interne du tube de dépôt d'un revêtement vitreux de silice pure, ou éventuellement dopée lorsque le mélange gazeux réactif comporte également un précurseur du dopant souhaité (ce dopant est par exemple le fluor lorsque l'on souhaite  
30 diminuer l'indice de réfraction de la silice déposée par rapport à celui de la silice pure, ou l'oxyde de germanium lorsque l'on souhaite augmenter l'indice de réfraction de la silice déposée par rapport à celui de la silice pure). Ce dépôt est dit dépôt CVD.

Le revêtement vitreux comporte ainsi un ensemble de couches de silice pure et/ou dopée, selon la nature du tube de dépôt initial qui peut également être constitué de  
35 silice pure ou de silice dopée. Ce revêtement forme le coeur de la préforme, et

éventuellement une partie de sa gaine optique, pour des raisons qui seront expliquées en détail plus loin.

Le tube avec son revêtement vitreux ainsi déposé est ensuite rétreint, c'est-à-dire qu'on le chauffe pour l'amener à se refermer et à former ainsi un barreau  
5 plein.

Lorsque cela est nécessaire, on effectue par ailleurs une étape supplémentaire dite de recharge (par manchonnage ou recharge plasma notamment) pour accroître le diamètre extérieur de la préforme de manière que la fibre optique obtenue par étirage de cette préforme ait à la fois le diamètre de coeur requis et un diamètre extérieur standard  
10 de 125  $\mu\text{m}$ . La recharge plasma consiste par exemple à effectuer sur le barreau obtenu après le rétreint, un dépôt de silice par fusion directe de grains de silice dans la flamme d'une torche à plasma, et le manchonnage consiste à enfiler un tube de silice, dit manchon, sur le barreau, puis à rétreindre ce manchon sur le barreau.

Pour que le guidage des ondes lumineuses dans une fibre optique conduise à  
15 des pertes par absorption aussi réduites que possible, il faut que le matériau constituant la gaine optique soit très pur, et notamment le plus possible exempt d'impuretés telles que les ions  $\text{OH}^-$  (le matériau constituant le coeur étant toujours très pur, c'est-à-dire de très grande qualité). Ainsi, la majorité des ondes lumineuses transmises par la fibre traverse une zone n'entraînant pratiquement pas de pertes par absorption.

Or le tube de dépôt utilisé dans la méthode MCVD est constitué d'une silice de  
20 qualité médiocre qui comporte des ions  $\text{OH}^-$  en quantité non négligeable. Pour remédier à ce problème, on réalise une partie de la gaine optique par dépôt CVD de plusieurs couches de gaine optique sur la surface interne du tube de dépôt, préalablement au dépôt CVD des couches de coeur, puisque la silice utilisée pour le dépôt CVD est de  
25 qualité nettement supérieure à celle du tube de dépôt, et en particulier pratiquement exempte d'ions  $\text{OH}^-$ . Ceci permet d'éloigner le tube de dépôt du coeur de la préforme, de sorte que la majorité des ondes lumineuses traverse une partie de la fibre ayant de faibles pertes d'absorption. Pour cela, il faut que le rapport entre le diamètre extérieur de la partie de la gaine optique obtenue par dépôt CVD, appelée dans la suite "gaine  
30 optique déposée" et celui du coeur soit élevé. Ce rapport est dénommé  $b/a$ ,  $b$  étant le diamètre extérieur de la gaine optique déposée, et  $a$  le diamètre du coeur. Notamment, pour les fibres monomodes, le rapport  $b/a$  est au moins égal à 2,5, alors qu'un rapport de 1 serait suffisant si le tube de dépôt avait une qualité optique meilleure.

Dans la préforme obtenue, le coeur est donc constitué d'une partie du

revêtement déposé, et la gaine optique comprend, disposées coaxialement de l'extérieur vers l'intérieur :

- une partie périphérique, optionnelle, constituée de la matière apportée par recharge plasma ou du manchon,
- 5 - une partie externe constituée du tube de dépôt,
- une partie interne constituée de la partie du revêtement obtenu par dépôt CVD ne constituant pas le coeur, c'est-à-dire de la "gaine optique déposée".

La partie de la gaine optique constituée du tube de dépôt et éventuellement de la matière apportée par recharge ou du manchon a plutôt un rôle de protection  
10 mécanique qu'un rôle dans le guidage optique à proprement parler. Elle peut avoir un indice quelconque.

Pour obtenir une grande capacité de préforme (par capacité d'une préforme, on entend le nombre de kilomètres de fibre optique que l'on peut obtenir par étirage d'un mètre de préforme), pour un tube de dépôt et un rapport  $b/a$  donnés, il faut que la  
15 surface de la section transversale de la gaine optique déposée et donc du dépôt CVD effectué sur la surface interne du tube de dépôt dans son ensemble soit la plus grande grande possible. Or plus cette section transversale augmente, plus la puissance à fournir par le chalumeau utilisé pour atteindre la température suffisante à la réaction d'oxydation en phase vapeur à l'intérieur du tube de dépôt est élevée, ce qui risque de  
20 conduire à un rétreint prématuré du tube de dépôt, ainsi qu'à une évaporation incontrôlée et indésirable de la silice extérieure du tube de dépôt au contact de la flamme du chalumeau.

Ainsi, avec le procédé MCVD, pour obtenir le rapport  $b/a$  souhaité et la plus grande capacité de préforme possible tout en évitant d'avoir à déposer un revêtement  
25 de section transversale de surface importante, il faut déposer moins de silice pour réaliser le coeur de la préforme, ce qui conduit simultanément à réduire la section transversale nécessaire de gaine optique déposée. C'est ce qui est mis en oeuvre actuellement, la surface maximale totale (coeur + gaine optique déposée) de la section transversale pouvant être déposée à l'intérieur d'un tube de dépôt étant de  $180 \text{ mm}^2$   
30 avec le procédé MCVD.

Cependant, dans ce cas, on obtient des préformes de petit diamètre et donc de faible capacité, de sorte que le rendement de fabrication est très médiocre. La capacité des préformes obtenues actuellement par le procédé MCVD est ainsi de l'ordre de 100 à 300 km/m.

35 Un autre procédé connu pour fabriquer une préforme de fibre optique, appelé procédé FCVD (pour Furnace Chemical Vapor Deposition en anglais), est décrit dans

l'article intitulé "Recent progress in fibre preform manufacturing using very large and precisely bored silica ingots", compte-rendu de la conférence EFOC & N '93, La Haye, 30 juin-2 juillet 1993, pages 229 à 232. Ce procédé repose sur un principe assez différent de celui du procédé MCVD.

- 5 Il consiste en effet à partir d'un tube de dépôt constitué d'une silice de grande pureté (en général synthétique), de forte épaisseur (de l'ordre de 12 à 15 mm) et à effectuer le dépôt CVD sur la surface interne de ce tube d'un revêtement destiné à constituer une très faible partie de la gaine optique ainsi que le coeur de la préforme, en utilisant comme moyen de chauffage un four, par exemple à induction, qui permet
- 10 d'obtenir à l'intérieur du tube de très forte épaisseur une température très stable, homogène et suffisante pour la réaction d'oxydation en phase vapeur tout en préservant le tube de dépôt lui-même des inconvénients liés au procédé MCVD et mentionnés ci-dessus.

- Dans le procédé FCVD, étant donné que le tube de dépôt est constitué d'un
- 15 matériau très pur, il n'entraîne pratiquement pas de pertes supplémentaires par absorption, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de l'éloigner autant du coeur de la préforme que le tube de dépôt utilisé dans le procédé MCVD. Ceci permet de réduire la section transversale du dépôt CVD à celle du coeur et de quelques couches de gaine seulement. Selon ce procédé, on évite en outre les opérations de manchonnage ou de
- 20 recharge, étant donné que le tube de dépôt a une forte épaisseur qui peut être choisie dès le départ pour que le diamètre extérieur de la préforme corresponde à un diamètre final de fibre optique de 125  $\mu\text{m}$ .

Avec le procédé FCVD, la capacité des préformes obtenues est de l'ordre de 100 à 150 km/m selon l'article précédent.

- 25 Le procédé FCVD pose un certain nombre de problèmes.

En premier lieu, la surface de la section transversale du revêtement déposé est très faible, en pratique inférieure à 100 mm<sup>2</sup>. Or, pour un rapport b/a donné, la capacité de la préforme ne dépend pratiquement que de cette surface. Ainsi, la capacité des préformes obtenues est limitée à environ 150 km/m.

- 30 Par ailleurs, comme on l'a vu plus haut, la qualité du tube de dépôt initial doit être très bonne. De ce fait, le tube de dépôt, de forte épaisseur, est très onéreux à fabriquer, alors qu'il suffirait que seule une partie de ce tube soit en un matériau de grande qualité.

- Le but de la présente invention est donc de mettre au point un procédé de
- 35 fabrication d'une préforme pour fibres optiques permettant d'obtenir des préformes de

capacité supérieure à 300 km/m sans accroître de manière prohibitive le coût de fabrication.

La présente invention propose à cet effet un procédé de fabrication d'une préforme de fibre optique, ladite préforme comprenant un coeur entouré d'une gaine optique destinés respectivement à constituer le coeur servant à guider la majorité des ondes lumineuses et la gaine optique d'une fibre optique obtenue par étirage de ladite préforme,

ledit procédé comportant les opérations suivantes :

- on place un tube dit de dépôt en un matériau vitreux à l'intérieur d'un four de chauffage,
  - on dépose par oxydation en phase vapeur d'un mélange de réactifs gazeux une pluralité de couches d'un revêtement en un matériau vitreux sur la surface interne dudit tube de dépôt,
  - on rétreint le tube de dépôt muni dudit revêtement pour obtenir un barreau,
- caractérisé en ce que** la surface de la section transversale dudit revêtement est au moins égale à 200 mm<sup>2</sup>.

Quel que soit le procédé utilisé, la capacité de la préforme est fonction de la surface de la section transversale du revêtement déposé, pour un rapport b/a donné. Avec les procédés de l'art antérieur, on a vu que cette surface, et donc la capacité de la préforme, est limitée.

Au contraire, avec le procédé selon l'invention, la surface de la section transversale du revêtement déposé, c'est-à-dire la capacité de la préforme, n'est limitée en pratique que par la technologie du four de chauffage utilisé. En effet, l'épaisseur totale du tube de dépôt et du revêtement déposé doit permettre au four d'apporter la puissance nécessaire à la réaction d'oxydation en phase vapeur à l'intérieur du tube. Ainsi, en partant d'un tube de dépôt d'épaisseur donnée, la surface de la section transversale du revêtement déposé est limitée par la limite de l'épaisseur totale. Cette limite de l'épaisseur totale est assez élevée actuellement, de l'ordre de 20 mm. On constate ainsi qu'en partant d'un tube de dépôt de 10 mm d'épaisseur et de 48 mm de diamètre intérieur, il est possible selon l'invention de déposer un revêtement dont la section transversale a une surface de 500 mm<sup>2</sup> (pour un rapport b/a de 3), valeur nettement supérieure à celles de l'art antérieur, et conduisant à une capacité de préforme de l'ordre de 900 km/m. On peut donc déposer à l'intérieur du tube de dépôt un revêtement de section transversale très importante, et ce grâce au four qui permet, sans détériorer le tube de dépôt, d'obtenir à l'intérieur de ce dernier la température suffisante pour que se produise la réaction d'oxydation des réactifs conduisant au dépôt

du revêtement souhaité. Les capacités des préformes que permet d'obtenir le procédé de l'invention sont largement supérieures à celles qui pouvaient être obtenues avec les procédés CVD connus de l'art antérieur.

5 Lorsque l'on atteint l'épaisseur totale limite imposée par la technologie du four utilisé, il suffit, pour augmenter la capacité de la préforme, soit de diminuer l'épaisseur initiale du tube de dépôt à diamètre extérieur du tube de dépôt constant et de remplacer cette épaisseur par une épaisseur déposée, en effectuant une opération additionnelle permettant d'accroître, compte tenu du rapport  $b/a$  requis, le diamètre extérieur de la préforme pour obtenir un diamètre extérieur de fibre de 125  $\mu\text{m}$ , soit d'accroître le  
10 diamètre intérieur du tube de dépôt à épaisseur constante.

Par ailleurs, l'invention n'oblige pas à partir d'un tube de dépôt de très grande pureté, puisque la qualité médiocre du tube de dépôt peut être largement compensée par une forte section transversale de gaine déposée. Ceci est très avantageux par rapport au procédé FCVD de l'art antérieur.

15 Le coût de l'opération de dépôt CVD (qui est plus importante avec le procédé de l'invention qu'avec le procédé FCVD de l'art antérieur) compense largement le coût supplémentaire dû à l'utilisation d'un tube de grande pureté dans le procédé FCVD de l'art antérieur, compte tenu de l'accroissement de capacité des préformes obtenues selon le procédé de l'invention.

20 Avec le procédé de l'invention, en partant d'un tube de dépôt semblable à ceux utilisés dans le procédé MCVD, c'est-à-dire de faible épaisseur (de l'ordre de 2 à 3 mm) et en un matériau de qualité moyenne, donc peu onéreux, on peut déposer une forte section transversale de revêtement, par exemple de surface voisine de 500  $\text{mm}^2$ , ce qui conduit à une préforme de capacité voisine de 900 km/m, donc nettement supérieure à  
25 ce que l'on peut obtenir avec le procédé MCVD en partant du même tube.

Il est ainsi possible de réaliser avec le procédé de l'invention des préformes de capacité pouvant aller jusqu'à environ 3000 km/m.

30 Selon une caractéristique avantageuse supplémentaire de l'invention, lorsque le tube de dépôt a une faible épaisseur, inférieure à 10 mm, et un diamètre extérieur inférieur à 60 mm, on effectue une opération dite de recharge permettant d'accroître le diamètre extérieur de la préforme de sorte que le diamètre extérieur de la fibre optique obtenue par étirage de cette préforme est sensiblement égal à 125  $\mu\text{m}$ . Lorsque le tube de dépôt est peu épais, il est nécessaire d'effectuer cette recharge pour parvenir, compte tenu du rapport  $b/a$  requis (au moins 2,5 lorsque le tube de dépôt est en silice de  
35 qualité médiocre, et au moins 1 lorsqu'il est en silice de très bonne qualité), à un diamètre extérieur de fibre de 125  $\mu\text{m}$ .

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, une première partie du revêtement vitreux est destinée à constituer le coeur de la préforme, et le reste du revêtement vitreux est destiné à constituer une partie de la gaine optique de la préforme, dite gaine optique déposée.

5 Ceci présente un intérêt notamment lorsque le tube de dépôt est en un matériau de qualité médiocre.

Selon l'invention, l'épaisseur totale maximale du tube de dépôt et du revêtement déposé est inférieure ou égale à 20 mm. Ceci correspond sensiblement à la limite technologique actuelle des fours à induction.

10 De préférence, le diamètre intérieur du tube de dépôt est inférieur ou égal à 40 mm. Pour des valeurs supérieures, le dépôt CVD est plus délicat à obtenir car le volume initial à l'intérieur du tube de dépôt est grand de sorte que les produits de la réaction d'oxydation en phase vapeur peuvent ne pas se déposer sur la surface intérieure du tube.

15 De préférence également, le diamètre intérieur total du tube de dépôt muni du revêtement est supérieur ou égal à 20 mm. Pour des valeurs inférieures, en fin de dépôt, les gaz ont tendance à traverser le tube trop rapidement, ce qui conduit à un rendement de dépôt trop faible.

Enfin, le tube de dépôt peut être constitué de silice synthétique et avoir une  
20 épaisseur inférieure à 15 mm. Dans ce cas, le rapport  $b/a$  peut être de l'ordre de 1, mais le rapport entre le diamètre extérieur de la gaine optique et celui du coeur est inférieur à 3 ; il faut effectuer une recharge partielle en silice synthétique puis une recharge classique afin d'obtenir un rapport entre le diamètre extérieur de la gaine optique avant recharge classique et le diamètre du coeur au moins égal à 3, et ce pour éviter que les  
25 ondes lumineuses se propagent dans la partie rechargée de manière classique de la préforme. Dans ce cas, le procédé de l'invention permet de réaliser des préformes de capacité pouvant aller jusqu'à environ 8000 km/m.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante d'un mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention,  
30 donné à titre illustratif et nullement limitatif.

Dans les figures suivantes :

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 2 montre en coupe transversale une préforme obtenue selon le procédé de  
35 l'invention.



Dans toutes ces figures, les éléments communs portent les mêmes numéros de référence.

Le procédé selon l'invention de fabrication d'une préforme pour fibre optique se déroule de la manière suivante.

- 5           On part d'un tube de dépôt 1 (voir figure 1) en silice dopée ou non selon le profil d'indice de réfraction souhaité, préalablement nettoyé, de manière classique.

- Le tube de dépôt 1 a une faible épaisseur. Par exemple, le tube de dépôt 1 a un diamètre intérieur de 39 mm et un diamètre extérieur de 45 mm, c'est-à-dire une épaisseur de 3 mm. Il n'est pas nécessaire que le tube de dépôt 1 soit constitué d'un  
10       matériau de très bonne qualité optique, c'est-à-dire qu'il soit très pur.

- Le tube de dépôt 1 est placé dans un four 2, par exemple un four à induction du type utilisé classiquement pour le fibrage de préformes. Le four à induction 2 comprend schématiquement, de manière connue, un suscepteur 3, en graphite ou en zircone, et un ensemble de spires d'induction 4 qui l'entoure et lui est coaxial. Le suscepteur 3 et  
15       l'ensemble de spires d'induction 4 entoure le tube de dépôt 1. Le four 2 a, comme cela est représenté sur la figure 1, une longueur inférieure à celle du tube de dépôt 1. Pour procéder au dépôt par oxydation en phase vapeur, il est nécessaire de réaliser un mouvement de translation relatif du four 2 par rapport au tube 1, de manière à ce que le tube de dépôt 1 soit chauffé sur toute sa longueur.

- 20           On effectue ensuite, par exemple à l'aide du four 2, les opérations classiques de glaçage et d'attaque chimique de la surface interne 5 du tube de dépôt 1, pour la rendre régulière et exempte d'impuretés. Bien entendu, ces opérations pourraient être réalisées de toute autre manière connue, par exemple sans utiliser le four 2.

- Pour effectuer le dépôt du revêtement souhaité à l'intérieur du tube de dépôt 1,  
25       on introduit dans ce dernier un mélange gazeux contenant de l'oxygène, un précurseur de la silice tel que  $\text{SiCl}_4$ , et éventuellement un précurseur d'un dopant modificateur d'indice lorsque cela est nécessaire pour obtenir le profil d'indice de réfraction requis.

- On dépose par une réaction d'oxydation en phase vapeur sur la surface interne 5 du tube de dépôt 1 un revêtement vitreux 6 comprenant une pluralité de couches. La  
30       partie "externe" 61 du revêtement 6, en contact avec la surface interne 5 du tube de dépôt 1, formera la gaine optique déposée 221 de la préforme 20 (voir figure 2) obtenue selon le procédé de l'invention. Le reste 62 du revêtement 6 constituera le coeur 21 de cette préforme 20.

- Une fois le revêtement vitreux 6 déposé sur la surface interne 5 du tube de  
35       dépôt 1, on effectue le rétreint de l'ensemble, par exemple au moyen du four 2, de manière à obtenir un barreau plein (non représenté).

Si le diamètre extérieur du barreau ainsi obtenu est suffisant pour permettre, compte tenu du diamètre requis pour le coeur de la fibre optique, d'obtenir par fibrage de ce barreau une fibre optique ayant un diamètre extérieur de 125  $\mu\text{m}$ , ce barreau constitue la préforme 20. Sinon, on procède à une étape supplémentaire de recharge  
5 par plasma sur la surface extérieure du barreau jusqu'à atteindre le diamètre extérieur requis. On peut, de manière alternative, procéder à un manchonnage soit de l'ensemble tube de dépôt 1-revêtement 6, soit du barreau obtenu par rétreint de cet ensemble.

La figure 2 montre une préforme 20 obtenue selon le procédé décrit ci-dessus en partant du tube de dépôt 1. La préforme 20 comprend un coeur 21, de diamètre  
10 8,41 mm, entouré d'une gaine optique 22, de diamètre extérieur 120,84 mm, formée :  
- de la gaine optique déposée 221 de diamètre extérieur 25,23 mm, en contact avec le coeur 21,  
- d'une partie externe 222 de diamètre extérieur 33,77 mm, en contact avec la gaine optique déposée 221 et constituée du tube de dépôt 1, et  
15 - d'une partie périphérique 223 de diamètre extérieur 120,84 mm provenant de la recharge plasma ou du manchonnage.

Le rapport  $b/a$  est de 3 et l'épaisseur totale du revêtement déposé 6 est de 4,63 mm, ce qui correspond à une section transversale déposée de 500  $\text{mm}^2$ .

La capacité de la préforme 20 est de 935 km/m.

20 A titre de comparaison, une préforme obtenue selon le procédé FCVD de l'art antérieur à partir d'un tube de dépôt de diamètre extérieur 45 mm, c'est-à-dire identique à celui du tube de dépôt ayant servi à la fabrication de la préforme 20 selon l'invention, et de diamètre intérieur 25 mm comprend un coeur de diamètre 2,66 mm, entouré d'une gaine optique de diamètre extérieur 38,15 mm, formée :  
25 - d'une gaine optique déposée de diamètre extérieur 7,43 mm, en contact avec le coeur,  
- d'une partie externe de diamètre extérieur 38,15 mm, en contact avec la gaine optique déposée et constituée du tube de dépôt.

Le rapport  $b/a$  est de 2,8 et l'épaisseur totale du revêtement déposé de 0,57 mm, ce qui correspond à une section déposée de 43  $\text{mm}^2$ .

30 La capacité de cette préforme est de 93 km/m, soit dix fois moins qu'avec le procédé de l'invention.

On donne ci-après un autre exemple d'application du procédé selon l'invention, dans lequel le tube de dépôt est plus épais, ce qui évite d'avoir à effectuer une recharge importante. Le tube de dépôt a initialement un diamètre intérieur de 48 mm et un

diamètre extérieur de 58 mm, et par conséquent une épaisseur de 5 mm. Les autres caractéristiques de la préforme obtenue sont les suivantes :

- Epaisseur totale du revêtement déposé : 3,58 mm
- Section totale du revêtement déposé : 500 mm<sup>2</sup>
- 5 Epaisseur totale du tube de dépôt et du revêtement : 8,58 mm
- $b/a = 3$
- Diamètre du coeur de la préforme : 8,41 mm
- Diamètre de la gaine optique déposée : 25,23 mm
- Diamètre de la préforme avant recharge plasma : 41,19 mm
- 10 Diamètre total de la préforme après plasma : 120,84 mm
- Capacité de la préforme : 935 km/m

- Bien entendu, le procédé de l'invention implique un dépôt CVD plus important que celui effectué avec le procédé FCVD de l'art antérieur, ainsi qu'une opération éventuelle de manchonnage ou de recharge par plasma afin d'obtenir le diamètre
- 15 extérieur nécessaire. Toutefois, le coût supplémentaire dû à ces opérations par rapport au procédé FCVD de l'art antérieur est largement compensé par l'économie faite sur le tube de dépôt, qui, selon l'invention, est de très faible épaisseur et peut être constitué d'un matériau de qualité optique médiocre, ainsi que par l'accroissement de la capacité de la préforme d'un facteur 10

- 20 Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation et aux exemples qui viennent d'être décrits.

- Notamment, il est possible de partir d'un tube de dépôt constitué d'une silice de meilleure qualité que celle des tubes de dépôt utilisés dans le procédé MCVD, par exemple de silice synthétique. Etant donné que, selon l'invention, le tube de dépôt peut
- 25 avoir une faible épaisseur, l'augmentation de coût due à l'utilisation d'un tube de silice synthétique de faible épaisseur est compensée par la diminution de coût provenant de la diminution de l'épaisseur de la gaine optique déposée correspondante, puisque dans ce cas, un rapport  $b/a$  de l'ordre de 1 est suffisant.

- Par exemple, en partant d'un tube de dépôt en silice synthétique de diamètre
- 30 extérieur 59 mm et de diamètre intérieur 39 mm, c'est-à-dire d'épaisseur 10 mm, on obtient une préforme ayant les caractéristiques suivantes :

- Epaisseur totale du revêtement déposé : 4,63 mm
- Section totale du revêtement déposé : 500 mm<sup>2</sup>
- Epaisseur totale du tube de dépôt et du revêtement : 14,63 mm
- 35  $b/a = 1,5$
- Diamètre du coeur de la préforme : 16,82 mm

Diamètre de la gaine optique déposée : 25,23 mm

Diamètre de la préforme avant recharge plasma : 50,96 mm

Diamètre total de la préforme après recharge plasma : 241,68 mm

Capacité de la préforme : 3738 km/m

- 5 Selon une autre variante du procédé de l'invention, on peut partir d'un tube de dépôt en silice synthétique de diamètre extérieur 59 mm et de diamètre intérieur 39 mm, c'est-à-dire d'épaisseur 10 mm, en déposant uniquement le coeur à l'intérieur de ce tube, de sorte que l'on obtient une préforme ayant les caractéristiques suivantes :

Epaisseur totale du revêtement déposé : 4,63 mm

- 10 Section totale du revêtement déposé : 500 mm<sup>2</sup>

Epaisseur totale du tube de dépôt et du revêtement : 14,63 mm

$b/a = 1$

Diamètre du coeur de la préforme : 25,23 mm

Epaisseur de la gaine optique déposée : 0 mm

- 15 Diamètre de la préforme avant recharge ou manchonnage : 50,96 mm

Diamètre de la préforme après recharge synthétique au plasma : 75,69 mm

Diamètre total de la préforme après recharge ou manchonnage : 362,52 mm

Capacité de la préforme : 8411 km/m

- 20 Enfin, on pourra remplacer tout moyen par un moyen équivalent sans sortir du cadre de l'invention.

## **REVENDEICATIONS**

- 1/ Procédé de fabrication d'une préforme pour fibres optiques, ladite préforme comprenant un coeur entouré d'une gaine optique destinés respectivement à constituer
- 5 le coeur servant à guider la majorité des ondes lumineuses et la gaine optique d'une fibre optique obtenue par étirage de ladite préforme, ledit procédé comportant les opérations suivantes :
- on place un tube dit de dépôt (1) en un matériau vitreux à l'intérieur d'un four de chauffage (2),
  - 10 - on dépose par oxydation en phase vapeur d'un mélange de réactifs gazeux une pluralité de couches d'un revêtement (61, 62) en un matériau vitreux sur la surface interne dudit tube de dépôt (1),
  - on rétreint le tube de dépôt (1) muni dudit revêtement (61, 62) pour obtenir un barreau, **caractérisé en ce que** la surface de la section transversale dudit revêtement (61, 62)
  - 15 est au moins égale à 200 mm<sup>2</sup>.
- 2/ Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit tube de dépôt a une épaisseur inférieure à 10 mm et un diamètre extérieur inférieur à 60 mm, et en ce que l'on effectue une opération dite de recharge pour accroître le diamètre extérieur de la préforme de sorte que le diamètre extérieur de la fibre optique obtenue par étirage de
- 20 ladite préforme est sensiblement égal à 125 µm.
- 3/ Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que ladite opération de recharge est une opération de recharge par plasma ultérieure à ladite opération de rétreint.
- 4/ Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que ladite opération
- 25 de recharge est une opération de manchonnage.
- 5/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'une première partie dudit revêtement vitreux est destinée à constituer le coeur de ladite préforme, le reste dudit revêtement vitreux étant destiné à constituer une partie de la gaine optique de ladite préforme, dite gaine optique déposée.
- 30 6/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'épaisseur totale maximale dudit tube de dépôt et dudit revêtement déposé est inférieure ou égale à 20 mm.
- 7/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le diamètre intérieur dudit tube de dépôt est inférieur ou égal à 40 mm.
- 35 8/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que le diamètre intérieur dudit tube de dépôt est supérieur ou égal à 20 mm.

9/ Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que ledit tube est constitué de silice synthétique.

1/1

FIG. 1

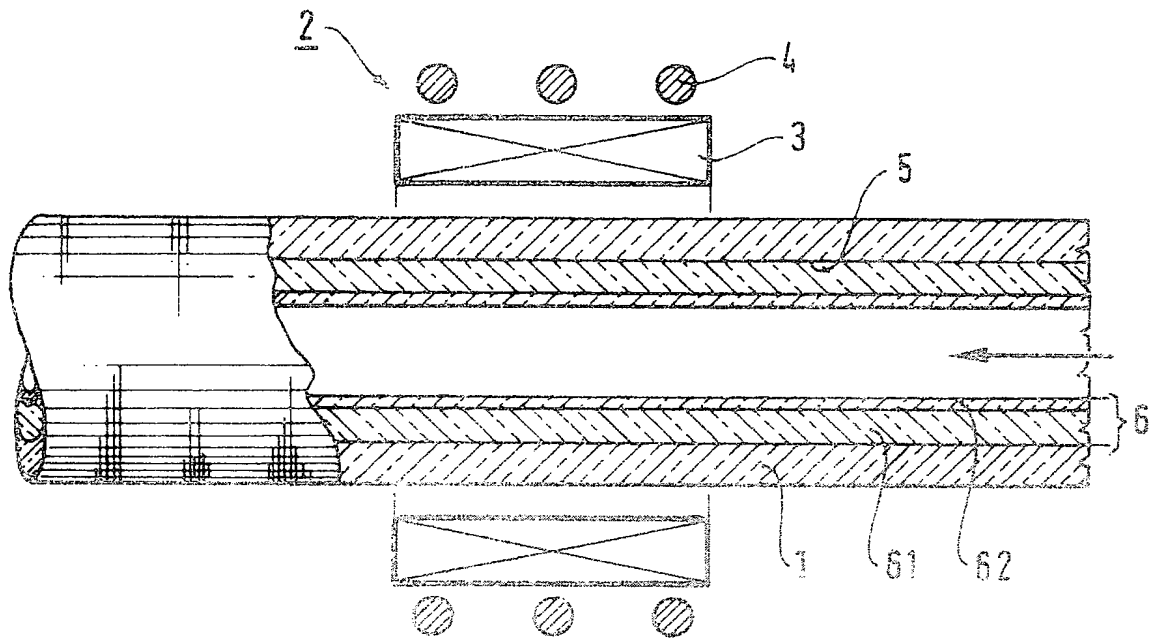
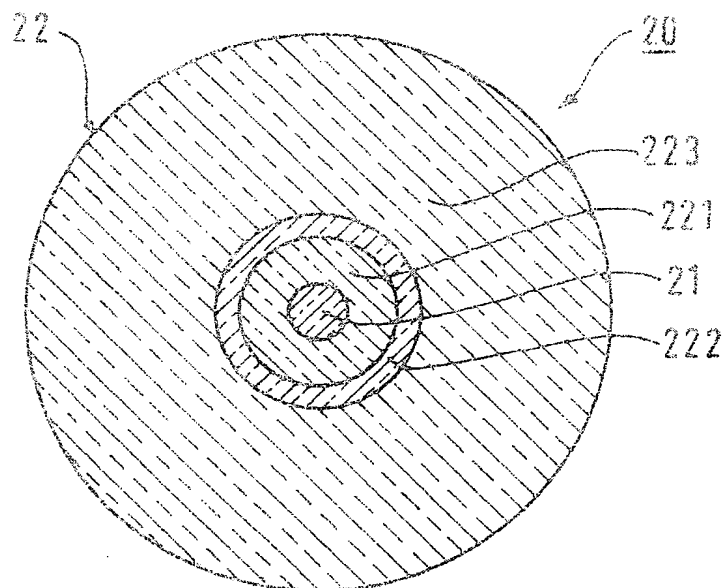


FIG. 2



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 521574  
FR 9515170

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 309 027 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) 29 Mars 1989 * revendications; exemple 1 *	1	
D,A	EUROPEAN OPTICAL COMMUNICATIONS AND NETWORKS ELEVENTH ANNUAL EFOC & N '93 CONFERENCE, 30 JUNE-2 JULY 1993, THE HAGUE, NL, 1 Janvier 1992, pages 229-232, XP002014114 LE NOANE G ET AL: "Recent progress in fibre preform manufacturing using very large and precisely bored silica ingots." * le document en entier *	1-9	
A	EP 0 519 834 A (FRANCE TELECOM) 23 Décembre 1992 * le document en entier *	1-9	
A	EP 0 310 505 A (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE SA) 5 Avril 1989 * revendications; figures 1,3 " * page 4, ligne 35 - page 5, ligne 45 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Br. 2.1.6)
A	US 4 412 853 A (PARTUS FRED P) 1 Novembre 1983 * le document en entier *	1	C03B
A	EP 0 450 465 A (ALCATEL ALSTHOM CSE ) 9 Octobre 1991 * le document en entier "	1	
A	FR 2 600 327 A (LE NOANE G. ET AL) 24 Décembre 1987 * le document en entier *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur	
26 Septembre 1996		Kuehne, H-C	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général G : divulgation non-écrite P : document intercalaire		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant	

1  
EPO FORM 1501 03/02 (P04C13)